

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11155152
PUBLICATION DATE : 08-06-99

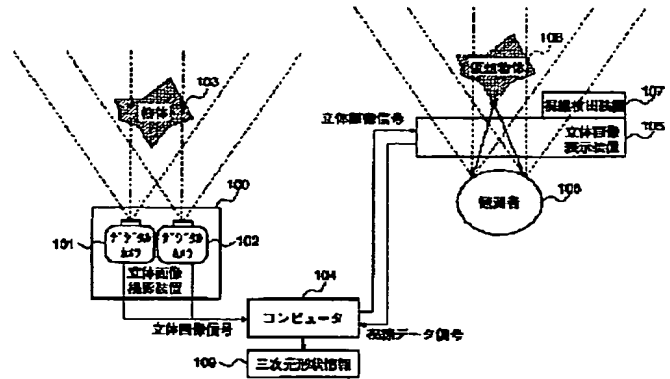
APPLICATION DATE : 21-11-97
APPLICATION NUMBER : 09336624

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : ISONUMA TOMOYUKI;

INT.CL. : H04N 13/00 H04N 5/225

TITLE : METHOD AND SYSTEM FOR
THREE-DIMENSIONAL SHAPE
INFORMATION INPUT, AND IMAGE
INPUT DEVICE THEREOF



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-dimensional shape information input method, system and image input device thereof by which a corresponding point is automatically and efficiently designated.

SOLUTION: A computer 104 selects plural points extracted from an object 103 in a actual photographed image obtained by photographing the object 103 with a stereoscopic photograp device 100 and decides a 3-dimensional coordinate system of the extracted positions to configure the shape information of the object. A right eye image and a let eye image are separately given to right and left eyes of a viewer 106 respectively so as to enable the viewer 106 to stereoscopically view the left and right images displayed on a stereoscopic image display device 105. A sight direction sensor 107 senses the direction of a sight line of left and right eyeballs of the viewer 106 in the stereoscopic vision state and the computer 104 calculates the three-dimensional coordinates of the extracted points, based on the sensed sight line direction information.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-155152

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月8日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 N 13/00
5/225

識別記号

F I

H 0 4 N 13/00
5/225

Z

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-336624

(22) 出願日 平成9年(1997)11月21日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 磯沼 伴幸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

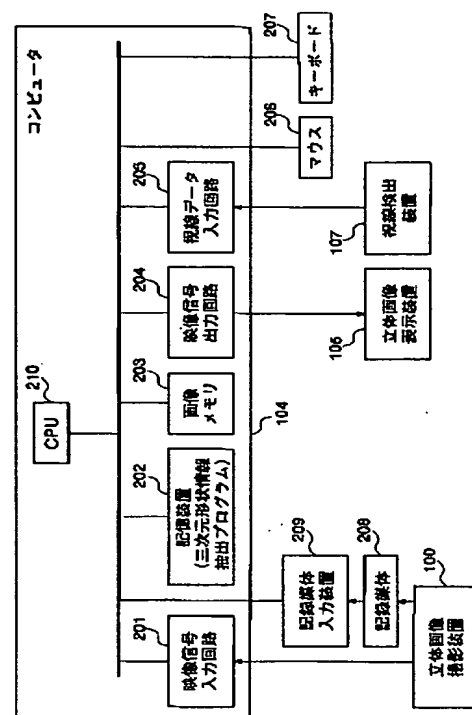
(74) 代理人 弁理士 渡部 敏彦

(54) 【発明の名称】 三次元形状情報入力方法及び装置及び画像入力装置

(57) 【要約】

【課題】 対応点の指定作業を自動的に効率よく行うことができる三次元形状情報入力方法及び装置及び画像入力装置を提供する。

【解決手段】 立体画像撮影装置100により物体103を撮影して得た実写画像中の物体103の抽出点をコンピュータ104により複数選択して前記抽出点の三次元座標を決定することにより物体の形状情報を構成し、右目用画像と左目用画像とをそれぞれ観測者106の右目と左目に分離入力することにより立体画像表示装置105に表示された左右画像を観測者106に立体視させ、該立体視状態にある観測者106の左右眼球の視線方向を視線方向検知装置107により検出し、該検出された視線方向情報から前記抽出点の三次元座標をコンピュータ104により算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 実在物体の三次元形状情報を入力する三次元形状情報入力方法において、三次元形状情報の情報源として立体撮影を行った左右2枚、またはそれ以上の実写画像を用い、該実写画像中の物体の抽出点を複数選択し、その物体の抽出点の三次元座標を決定することにより物体の形状情報を構成し、右目用画像と左目用画像とをそれぞれ観測者の右目と左目に分離入力することにより、該観測者に立体感を与える立体画像表示装置を用い、該立体画像表示装置に表示された左右画像を観測者に立体視させ、該立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知し、この検知された視線方向情報から前記抽出点の三次元座標を算出することを特徴とする三次元形状情報入力方法。

【請求項2】 非可視光源による眼球の照明手段と、前記眼球からの非可視光を結像させる光学系と撮像装置により、眼球瞳孔中心位置と角膜反射面による前記非可視光源の虚像位置との相対関係から眼球の回転角度を求めることによって、前記立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知することを特徴とする請求項1記載の三次元形状情報入力方法。

【請求項3】 立体画像観測中の観測者の眼球視線角度変化が特定のしきい値以内に一定時間溜まったことを検知し、この状態を眼球運動停止期間とし、この眼球運動停止期間中の任意の視線角度値、または眼球運動停止期間中の視線角度平均値から観測者の注目点を決定し、この注目点を物体形状決定のための抽出点として自動的に選択することにより、実写画像中の物体の抽出点を複数選択することを特徴とする請求項1記載の三次元形状情報入力方法。

【請求項4】 前記立体画像表示装置は、頭部と表示面との相対的な位置関係が固定された頭部装着型であることを特徴とする請求項1記載の三次元形状情報入力方法。

【請求項5】 前記立体画像表示装置として卓上に固定された立体画像表示装置を用い、更に前記立体画像表示装置に対する観測者頭部の相対的な位置を検知する検知機構により、前記立体画像表示装置に対する観測者頭部の相対的な位置変化を検出し、この検出結果に基づいて視線方向情報から注目点三次元座標の算出値を補正することを特徴とする請求項1記載の三次元形状情報入力方法。

【請求項6】 実在物体の三次元形状情報を入力する三次元形状情報入力装置において、三次元形状情報の情報源として立体撮影を行った左右2枚、またはそれ以上の実写画像を用い、該実写画像中の物体の抽出点を複数選択し、その物体の抽出点の三次元座標を決定することにより物体の形状情報を構成する形状情報構成手段と、右目用画像と左目用画像とをそれぞれ観測者の右目と左目に分離入力することにより、該観測者に立体感を与える

立体画像表示装置と、該立体画像表示装置に表示された左右画像を観測者に立体視させ、該立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知する視線方向検知手段と、この視線方向検知手段により検知された視線方向情報から前記抽出点の三次元座標を算出する三次元座標算出手段とを具備したことを特徴とする三次元形状情報入力装置。

【請求項7】 非可視光源による眼球の照明手段と、前記眼球からの非可視光を結像させる光学系と撮像装置により、眼球瞳孔中心位置と角膜反射面による前記非可視光源の虚像位置との相対関係から眼球の回転角度を求めることによって、前記立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知することを特徴とする請求項6記載の三次元形状情報入力装置。

【請求項8】 立体画像観測中の観測者の眼球視線角度変化が特定のしきい値以内に一定時間溜まったことを検知する眼球視線角度検知手段と、立体画像観測中の観測者の眼球視線角度変化が特定のしきい値以内に一定時間溜まった状態を眼球運動停止期間とし、この眼球運動停止期間中の任意の視線角度値、または眼球運動停止期間中の視線角度平均値から観測者の注目点を決定する注目点決定手段とを具備し、この注目点を物体形状決定のための抽出点として自動的に選択することにより、実写画像中の物体の抽出点を複数選択することを特徴とする請求項6記載の三次元形状情報入力装置。

【請求項9】 前記立体画像表示装置は、頭部と表示面との相対的な位置関係が固定された頭部装着型であることを特徴とする請求項6記載の三次元形状情報入力装置。

【請求項10】 前記立体画像表示装置として卓上に固定された立体画像表示装置を用い、更に前記立体画像表示装置に対する観測者頭部の相対的な位置を検知する頭部位置検知手段と、該頭部位置検知手段の検出結果に基づいて視線方向情報から注目点三次元座標の算出値を補正する補正手段とを具備したことを特徴とする請求項6記載の三次元形状情報入力装置。

【請求項11】 複数の撮像位置において、互いに重複する範囲を撮像する撮像手段と、前記撮像手段より出力された複数の画像情報から立体画像を生成する立体画像合成手段と、操作者の両眼の視線方向を検出する視線検出手段と、前記視線検出手段によって検出された両眼の視線方向に基づいて注視点の三次元座標を演算するとともに、該演算結果に基づいて前記立体画像合成手段を制御し、前記三次元空間位置座標における立体画像を生成させる制御手段と、を備えたことを特徴とする画像入力装置。

【請求項12】 前記撮像手段は、同一方向を撮像する複数の撮像装置からなることを特徴とする請求項11記載の画像入力装置。

【請求項13】 さらに前記立体画像生成手段によって

生成された画像を立体表示する頭部装着型の表示装置を備え、前記視線検出手段は、前記表示装置に組み込まれ、前記表示装置の画面を注視する操作者の視線方向を検出するように構成されていることを特徴とする請求項1記載の画像入力装置。

【請求項14】 複数の撮像位置において、互いに重複する範囲を撮像した複数の画像情報から立体画像を生成する立体画像合成手段と、

操作者の両眼の視線方向を検出する視線検出手段と、前記視線検出手段によって検出された両眼の視線方向に基づいて注視点の三次元座標を演算するとともに、該演算結果に基づいて前記立体画像合成手段を制御し、前記三次元空間位置座標における立体画像を生成させる制御手段と、を備えたことを特徴とする画像入力装置。

【請求項15】 さらに前記立体画像生成手段によって生成された画像を立体表示するための左右の表示部を備えた頭部装着型の表示装置を備え、前記視線検出手段は、前記表示装置に組み込まれ、前記表示装置の画面を注視する操作者の視線方向を検出するように構成されていることを特徴とする請求項14記載の画像入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、実在する物体の三次元形状情報を抽出する場合の三次元形状情報入力方法及び装置及び画像入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、建築、設計等の分野では、実在する物体の三次元形状情報をデジタル情報としてコンピュータに取り込む必要性があり、三次元形状情報入力技術がよく利用されていた。近年、インターネットの普及とパーソナルコンピュータの三次元CG（コンピュータグラフィックス）描画性能の向上により、実在する商品や建物物件の情報を三次元形状情報としてユーザに提供することが可能となってきている。この場合も、実在する商品や建物物件の三次元形状情報をコンピュータに入力する必要がある。このような背景から、物体の三次元形状情報の入力技術は、近年、より一般的なものとなり、益々重要性が高まってきている。

【0003】上述の三次元形状情報入力のための代表的な従来方法として、接触型的位置センサを利用した方法が知られている。この方法は、探針を物体の各点に接触させ、前記探針の三次元位置座標を前記位置センサにより検出し、前記物体の各点の三次元位置情報を入力する方法である。ところが、この接触型的位置センサを用いる方法では、探針を物体の各点に接触させる必要があるため、対象となる物体としては、卓上で扱えるサイズ、ある程度の強度を持つ物体、静止した物体等の制限があった。

【0004】このような制限に縛られない、より柔軟な従来方法として、立体画像撮影装置による撮影画像を用いる方法が知られている。

【0005】この方法は、図13に示すように、2台のデジタルカメラ1301、1302からなる立体画像撮影装置1300、或いは2回の撮影により、2つの視点から撮影された物体1303の視差のある図14に示す左右2つの画像1401、1402を情報源に用いる。この視差を持つ左右2つの画像1401、1402を用い、着目点の左右2つの画像1401、1402中での対応点をそれぞれ指定することによって、三角測量の原理により着目点の三次元座標が得られる。このようにして、物体中の幾つかの代表点、即ち形状の抽出点に対して三次元座標が生成され、三次元形状情報が入力される。通常は、更に、これらの代表点の幾つかを頂点として多角形を構成し、表面を持つ物体形状を定義する。任意の頂点群から多角形を張る方法は、ドロネー法等がよく知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来例にあつては、以下のような問題点があった。

【0007】即ち、従来の立体画像撮影装置1300、或いは2回の撮影による撮影画像を用いる三次元形状情報入力方法では、左右画像1401、1402から三次元形状情報を導き出すために左右2つの画像1401、1402中の対応する点の指定を行わなければならなかった。これは特定の着目点に対し、左右2つの画像1401、1402上の各対応点をマウス等により手動で指定する作業を必要とした。

【0008】この作業は、図14に示すように、左（或いは右）画像1401に着目し、マウスで適当な代表点1403を選択し、次に右（或いは左）画像1402に着目し、先に選択した代表点1403に対応する代表点1404をマウスで選択するという単純な作業である。

【0009】しかし、この作業は、全ての点について行う必要があり、操作者に対して肉体的にも精神的にも大きな負担をかけていた。このような対応点の指定作業を軽減させる方法として、左右画像1401、1402の相関計算を行い自動的に対応点を算出する方法が知られている。これは左右画像1401、1402の2つの点に対して相関度を定義し、左（或いは右）画像1401上に与えられた1つの点に対して相関度が最大になる右（或いは左）画像1402上の点を対応点とするものである。

【0010】相関度の計算は、左右画像1401、1402の2つの点に対し、それらの点を囲む大きさの等しい矩形領域を左右画像1401、1402上でそれぞれ定義し、この矩形領域内において、左画素値データL（x, y）と右画素値データR（x, y）の二次元相関をとることによって行われる。

【0011】しかしながら、この相関計算による自動的な対応点検出にも、以下のような問題点があった。

【0012】即ち、計算時間を短縮するため、相関計算

を行う領域をある程度絞る必要があり、このとき、操作者による補助的な入力、即ち、概略的な対応点指定が必要であった。また、領域をある程度絞った場合でも、計算機の処理能力により対応点算出までに時間を要し、この間、操作者の作業が中断されていた。更に、相関計算を行う領域を制限しない場合は、画像サイズにより非実用的な計算時間を要していた。

【0013】また、左右画像1401、1402の少なくとも一方の画像において代表点を選択し、マウス等を用い、手動で代表点の位置を入力する必要がある。

【0014】また、相関計算の計算精度の限界により、間違えた対応点が与えられる場合があり、操作者はコンピュータが計算した対応点を常に確認し、もし間違っている場合は再度手動で指定する必要がある。

【0015】以上述べたように、立体画像撮影装置1300、或いは2回の撮影による撮影画像1401、1402を用いる三次元形状情報入力方法では、対応点の指定という地味な作業を必要とした。相関計算による自動対応点検出の導入により操作者の負担はある程度軽減されるものの、依然としてマウスによる入力の必要性が残り、操作者の作業負担が大きかった。

【0016】本発明は上述した従来の技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、対応点の指定作業を自動的に効率よく行うことができる三次元形状情報入力方法及び装置を提供しようとするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1記載の三次元形状情報入力方法は、実在物体の三次元形状情報を入力する三次元形状情報入力方法において、三次元形状情報の情報源として立体撮影を行った左右2枚、またはそれ以上の実写画像を用い、該実写画像中の物体の抽出点を複数選択し、その物体の抽出点の三次元座標を決定することにより物体の形状情報を構成し、右目用画像と左目用画像とをそれぞれ観測者の右目と左目に分離入力することにより、該観測者に立体感を与える立体画像表示装置を用い、該立体画像表示装置に表示された左右画像を観測者に立体視させ、該立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知し、この検知された視線方向情報から前記抽出点の三次元座標を算出することを特徴とする。

【0018】また、上記目的を達成するために請求項2記載の三次元形状情報入力方法は、請求項1記載の三次元形状情報入力方法において、非可視光源による眼球の照明手段と、前記眼球からの非可視光を結像させる光学系と撮像装置により、眼球瞳孔中心位置と角膜反射面による前記非可視光源の虚像位置との相対関係から眼球の回転角度を求めることによって、前記立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知することを特徴とする。

【0019】また、上記目的を達成するために請求項3記載の三次元形状情報入力方法は、請求項1記載の三次元形状情報入力方法において、立体画像観測中の観測者の眼球視線角度変化が特定のしきい値以内に一定時間溜まったことを検知し、この状態を眼球運動停止期間とし、この眼球運動停止期間中の任意の視線角度値、または眼球運動停止期間中の視線角度平均値から観測者の注目点を決定し、この注目点を物体形状決定のための抽出点として自動的に選択することにより、実写画像中の物体の抽出点を複数選択することを特徴とする。

【0020】また、上記目的を達成するために請求項4記載の三次元形状情報入力方法は、請求項1記載の三次元形状情報入力方法において、前記立体画像表示装置は、頭部と表示面との相対的な位置関係が固定された頭部装着型であることを特徴とする。

【0021】また、上記目的を達成するために請求項5記載の三次元形状情報入力方法は、請求項1記載の三次元形状情報入力方法において、前記立体画像表示装置として卓上に固定された立体画像表示装置を用い、更に前記立体画像表示装置に対する観測者頭部の相対的な位置を検知する検知機構により、前記立体画像表示装置に対する観測者頭部の相対的な位置変化を検出し、この検出結果に基づいて視線方向情報から注目点三次元座標の算出値を補正することを特徴とする。

【0022】また、上記目的を達成するために請求項6記載の三次元形状情報入力装置は、実在物体の三次元形状情報を入力する三次元形状情報入力装置において、三次元形状情報の情報源として立体撮影を行った左右2枚、またはそれ以上の実写画像を用い、該実写画像中の物体の抽出点を複数選択し、その物体の抽出点の三次元座標を決定することにより物体の形状情報を構成する形状情報構成手段と、右目用画像と左目用画像とをそれぞれ観測者の右目と左目に分離入力することにより、該観測者に立体感を与える立体画像表示装置と、該立体画像表示装置に表示された左右画像を観測者に立体視させ、該立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知する視線方向検知手段と、この視線方向検知手段により検知された視線方向情報から前記抽出点の三次元座標を算出する三次元座標算出手段とを具備したことを特徴とする。

【0023】また、上記目的を達成するために請求項7記載の三次元形状情報入力装置は、請求項6記載の三次元形状情報入力装置において、非可視光源による眼球の照明手段と、前記眼球からの非可視光を結像させる光学系と撮像装置により、眼球瞳孔中心位置と角膜反射面による前記非可視光源の虚像位置との相対関係から眼球の回転角度を求めることによって、前記立体視状態にある観測者の左右眼の視線方向を検知することを特徴とする。

【0024】また、上記目的を達成するために請求項8

記載の三次元形状情報入力装置は、請求項6記載の三次元形状情報入力装置において、立体画像観測中の観測者の眼球視線角度変化が特定のしきい値以内に一定時間溜まったことを検知する眼球視線角度検知手段と、立体画像観測中の観測者の眼球視線角度変化が特定のしきい値以内に一定時間溜まった状態を眼球運動停止期間とし、この眼球運動停止期間中の任意の視線角度値、または眼球運動停止期間中の視線角度平均値から観測者の注目点を決定する注目点決定手段とを具備し、この注目点を物体形状決定のための抽出点として自動的に選択することにより、実写画像中の物体の抽出点を複数選択することを特徴とする。

【0025】また、上記目的を達成するために請求項9記載の三次元形状情報入力装置は、請求項6記載の三次元形状情報入力装置において、前記立体画像表示装置は、頭部と表示面との相対的な位置関係が固定された頭部装着型であることを特徴とする。

【0026】また、上記目的を達成するために請求項10記載の三次元形状情報入力装置は、請求項6記載の三次元形状情報入力装置において、前記立体画像表示装置として卓上に固定された立体画像表示装置を用い、更に前記立体画像表示装置に対する観測者頭部の相対的な位置を検知する頭部位置検知手段と、該頭部位置検知手段の検出結果に基づいて視線方向情報から注目点三次元座標の算出値を補正する補正手段とを具備したことを特徴とする。

【0027】また、上記目的を達成するために請求項11記載の画像入力装置は、複数の撮像位置において、互いに重複する範囲を撮像する撮像手段と、前記撮像手段より出力された複数の画像情報から立体画像を生成する立体画像合成手段と、操作者の両眼の視線方向を検出する視線検出手段と、前記視線検出手段によって検出された両眼の視線方向に基づいて注視点の三次元座標を演算するとともに、該演算結果に基づいて前記立体画像合成手段を制御し、前記三次元空間位置座標における立体画像を生成させる制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0028】また、上記目的を達成するために請求項12記載の画像入力装置は、請求項11記載の画像入力装置において、前記撮像手段は、同一方向を撮像する複数の撮像装置からなることを特徴とする。

【0029】また、上記目的を達成するために請求項13記載の画像入力装置は、請求項11記載の画像入力装置において、さらに前記立体画像生成手段によって生成された画像を立体表示する頭部装着型の表示装置を備え、前記視線検出手段は、前記表示装置に組み込まれ、前記表示装置の画面を注視する操作者の視線方向を検出するように構成されていることを特徴とする。

【0030】また、上記目的を達成するために請求項14記載の画像入力装置は、複数の撮像位置において、互いに重複する範囲を撮像した複数の画像情報から立体画

像を生成する立体画像合成手段と、操作者の両眼の視線方向を検出する視線検出手段と、前記視線検出手段によって検出された両眼の視線方向に基づいて注視点の三次元座標を演算するとともに、該演算結果に基づいて前記立体画像合成手段を制御し、前記三次元空間位置座標における立体画像を生成させる制御手段とを備えたことを特徴とする画像入力装置。

【0031】さらに、上記目的を達成するために請求項15記載の画像入力装置は、請求項14記載の画像入力装置において、さらに前記立体画像生成手段によって生成された画像を立体表示するための左右の表示部を備えた頭部装着型の表示装置を備え、前記視線検出手段は、前記表示装置に組み込まれ、前記表示装置の画面を注視する操作者の視線方向を検出するように構成されていることを特徴とする。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1～図12に基づき説明する。

【0033】（第1の実施の形態）まず、本発明の第1の実施の形態を図1～図10に基づき説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置の全体構成の概念図であり、同図において、100は立体画像撮影装置で、撮像手段としての左右2台のデジタルカメラ101、102からなり、左目用デジタルカメラ101と右目用デジタルカメラ102とは一定距離離間し、それぞれの光軸が互いに平行になるように配置される。本実施の形態では、立体画像を得るために左右2台のデジタルカメラ101、102を使用するが、1台のカメラを用いて一定距離平行移動させた2点視点から撮影してもよい。また、デジタルカメラに限るものではなく、銀塩写真カメラでもよい。この場合はフィルムを現像し、これをフィルムスキャナー等でコンピュータに取り込めばよい。更に、実写映像を任意の記録媒体に記録する任意の撮影装置が本発明に適用できることは明らかである。

【0034】103は立体画像撮影装置101、102により撮影される物体、104はコンピュータ、105は立体画像表示装置で、観察者106の頭部に装着できる頭部装着型であり且つ観察者106の両眼の視線を検出する視線検出装置107が設けられている。108は立体画像表示装置105に表示される仮想物体、109は三次元形状情報である。

【0035】図1において、立体画像撮影装置101、102により撮影された物体103の立体画像はコンピュータ104に入力され、立体画像表示装置105に表示される。形状入力作業中、観測者106は立体画像表示装置105に表示される仮想物体108を注視する。このとき、観測者106の視線を視線検出装置107により検出する。この検出された視線情報はコンピュータ104に入力され、このコンピュータ104は前記視線

情報を解析し、三次元形状情報109を抽出する。

【0036】図2は、本実施の形態に係る三次元形状情報入力装置に使用される立体画像合成手段及び制御手段を構成するコンピュータ104の構成を示すブロック図であり、同図において、コンピュータ104は、映像信号入力回路201、記憶装置202、画像メモリ203、映像信号出力回路204、視線データ入力回路205、マウス206、キーボード207、記録媒体208を入力する記録媒体入力装置209及びCPU（中央演算処理装置）210を有している。そして、各構成要素201～209は、バス211を介してCPU210に接続されている。

【0037】立体画像撮影装置100は映像信号入力回路201と記録媒体に、立体画像表示装置105は映像信号出力回路204に、視線検出装置107は視線データ入力回路205にそれぞれ接続される。

【0038】図2において、記憶装置202には視線情報から三次元形状情報を抽出するためのプログラム（三次元形状情報抽出プログラム）が格納され、このプログラムはCPU210により実行される。立体画像撮影装置100により撮影された立体画像は、映像信号入力回路201若しくは記録媒体入力装置209を通じて入力され、コンピュータ104内に取り込まれる。入力された立体画像は、画像メモリ203に格納され、映像信号出力回路204を通じて立体画像表示装置105に出力される。視線検出装置107から送出される視線データは、視線データ入力回路205を通じて入力され、コンピュータ104内に取り込まれる。操作者とコンピュータ104との対話には、マウス206及びキーボード207等の入力装置を用いる。

【0039】「視線検出の原理」立体画像表示装置105と視線検出装置107の説明を行う前に、まず、立体視の原理と、視線情報から注目点の三次元形状情報を抽出する原理について簡単に説明する。

【0040】立体画像を利用した立体画像表示装置105によって、人間が立体感を得られる原理についてはよく知られているが、ここで、この原理について簡単に触れておく。

【0041】図3の（a）は、実在する物体（実在物体）を観測する観測者を上から見た図、（b）は、観測者と立体画像表示装置を上から見た図である。人間は図3の（a）のように、三次元空間中にある実在物体301の注目点302を注視した場合、観察者の左右の眼球303、304の光軸305、306を注目点302で交差するように調節する。この動作は、左右の眼球303、304の網膜上での左右画像の位置、即ち、注目点302の位置を一致させることに相当し、「融像」と呼ばれている。立体視を利用した立体画像表示装置は、この融像動作を観測者に人工的に誘起させることによって立体感を与えている。即ち、図3の（b）に示すよう

に、視差のある左右の画像307、308を何等かの方法で左右の目に分離して入力されるように工夫する。このとき、立体画像表示装置を注視する観測者は視差のある注目点の左右の画像307、308を融像すべく、左右の眼球303、304の光軸305、306を制御する。この結果、光軸305、306の交差する点、即ち、図3の（b）における点309に物体の注目点が存在するように感じられ、仮想物体310を観察することができる。

【0042】なお、図3の（b）では、左右の画像307、308は、説明の都合上、前後にずれた位置に表示されているが、実際には同一位置に表示される。

【0043】本実施の形態では、図4及び図5に示すように立体画像表示装置105は、2つのLCD（液晶表示素子）401に表示された別々の左右画像を、左右異なる光学系であるプリズム型接眼レンズ402（または403、404）を通して観察する。このため、同じ表示位置405（または406）に虚像が表示される。異なるLCD401の表示面に表示された虚像が左右眼球303、304に分離入力されるように工夫されている。

【0044】以上説明した融像動作は、人間の脳で行われる左右画像の自然なパターンマッチングにより、全く無意識に行われるものと考えられる。

【0045】本発明では、人間が持つ、この自然な融像現象を利用して左右画像を抽出する。即ち、注目点を融像している観測者の視線は、左右画像上での注目点の対応点をそれぞれ指している。よって、観測者の視線を検出することにより、左右画像上での注目点の対応点座標を知ることができる。左右画像上での注目点の対応点座標が求めれば、後は三角測量の原理によって注目点の三次元座標が導き出される。

【0046】以上が、視線情報から注目点の三次元形状情報を導出する原理である。

【0047】次に立体画像表示装置と視線検出装置の詳細について図6を用いて説明する。

【0048】図6は、本実施の形態に係る三次元形状情報入力装置に使用される立体画像表示装置105と視線検出装置107の構成を示すブロック図である。同図において、立体画像表示装置105は、観察者の頭部に装着される筐体に立体画像表示機能と視線検出機能とを組み込んで構成されているもので、通常、HMD（Head Mounted Display）と呼ばれている。

【0049】まず、立体画像表示系について説明する。

【0050】立体画像表示系は、映像入力回路601、LCD表示回路602、左右2個のLCD（表示素子）603（図4では401）及び左右2個のプリズム型接眼レンズ604（図4では402及び図5では403、404）により構成されている。

【0051】そして、映像入力回路601は、コンピュータ104からの立体画像信号を入力し、LCD表示回路602は立体画像を左右2個のLCD603にそれぞれ表示する。LCD603にそれぞれ表示された立体画像は、左右2個のプリズム型接眼レンズ604により、観察者の前面の適度な位置に虚像として導かれて、眼球303、304の網膜上に結像される(図4及び図5参照)。

【0052】次に視線検出系について説明する。

【0053】視線検出系である視線検出装置107は、4個の眼球照明用赤外線発光ダイオード(IRED)604、各2個の眼球撮像用光学系605、606、2個の眼球撮像素子607、視線検出回路608及び視線データ送信回路609により構成されている。

【0054】本実施の形態に係る三次元形状情報入力装置が採用する上記構成による視線検出装置107は既に実施されており、その原理はよく知られているところである。ここでは、図6及び図7を用いて視線検出の原理について簡単に説明する。

【0055】図7の(a)は観測者が中央を見ているときの眼球各部の関係を、同図の(b)は観測者が左を見ているときの眼球各部の関係をそれぞれ示す模式図である。図7の(a)、(b)において、701は瞳孔、702は虹彩、703は角膜、Cは瞳孔中心、Oは角膜曲率中心、Fは眼球光軸であり、図7の(b)において、aは眼球光軸Fの水平方向の傾斜角、Dは瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの差である。

【0056】また、図8の(a)は観測者が中央を見ているときの眼球画像を、同図の(b)は観測者が左を見ているときの眼球画像をそれぞれ示す模式図である。図8の(a)、(b)において、801は瞳孔像、802は虹彩像、803、804は角膜703によって反射された2つの赤外線発光ダイオード604の虚像である。

【0057】観察者の眼球303、304は、これら眼球303、304に対して左右対称に配置された各2個の赤外線発光ダイオード(IRED)604によって照明され、各2個の眼球撮像用光学系605、606と2個の眼球撮像素子607によって撮影される。

【0058】図7の(a)、(b)に示すように、眼球光軸Fの水平方向の傾斜角aは、瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの差D及び瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの間の距離COによって決定される。

【0059】瞳孔中心Cは、眼球撮影の画像解析により、瞳孔701の画像領域の中心点を求めることによって決定される。また、角膜曲率中心Oは、赤外線発光ダイオード604の角膜反射による虚像の位置から決定される。よって、眼球撮影画像の解析から、瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの差Dが求められる。

【0060】一方、瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの間の距離COは、個人に依存する未知の因子である。ま

た、中央注視時の眼球の光軸Fは、通常、眼球中心と前方面中央点とを結ぶ軸(直視軸)とは一致せず、該直視軸に対してある程度の角度を持っている。この角度も個人に依存する未知の因子である。これら個人依存の未知因子は、眼球撮影画像から視線角度を算出する上での2つの補正因子として扱われる。結局、片眼の水平方向の視線角度aは、瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの間の水平方向距離dx及び補正項C1、C2の関数として下記式1のように表せる。

【0061】

$$a = \arcsin(dx \times C1) - C2 \quad \dots (1)$$

同様に、片眼の垂直方向の視線角度bは、瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの間の垂直方向距離dy及び補正項C3、C4の関数として下記式2のように表せる。

【0062】

$$b = \arcsin(dy \times C3) - C4 \quad \dots (2)$$

C1、2、C3、C4の補正項は、各個人の視線検出行為毎に一度行われる補正処理によって決定される。この補正処理は、特定の補正点を画面に表示し、その点を観測者に注視させ、そのときの眼球撮影画像を分析することによって行われる。一度補正項が決定されれば、眼球撮影画像情報から視線角度が随時算出できる。

【0063】以上の処理を左右の眼球について行うことにより、左右眼球の視線方向を求めることができる。

【0064】本実施の形態では、図6の視線検出回路608でdx、dyの算出のみを行う。dx、dyは、視線データ送信回路609によりコンピュータ104に送られ、該コンピュータ104側のプログラムで上記式1及び式2の計算が行われる。しかし、コンピュータ104側のプログラムで上記式1及び式2の計算を行わずに、視線検出回路608側で上記式1及び式2の計算を行ってもよい。

【0065】なお、以下の説明において、視線検出装置107から出力されるデータを視線データと呼ぶ。即ち、左眼球303についての瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの間の水平方向距離及び垂直方向距離(dx_l、dy_l)、そして、右眼球304についての瞳孔中心Cと角膜曲率中心Oとの間の水平方向距離及び垂直方向距離(dx_r、dy_r)を視線データと呼ぶことにする。

【0066】本実施の形態では、立体画像表示装置105と視線検出装置107とが一体化された頭部装着型の立体画像表示装置105を用いるが、これは立体画像表示装置105と観測者の頭部位置の相対位置が固定され、精度よく着目点座標の検出が行えるからである。しかし、観測者の頭部位置が立体画像表示装置105に対して変動しない場合や、たとえ変動したとしても、この変化量を検出する機構と、変化量に基づく着目点座標の補正手段を装備すれば、立体画像表示装置105と視線検出装置107とを互いに分離してもよい。即ち、立体

画像表示装置として通常よく利用される卓上型のインターレース表示ディスプレイと液晶シャッター眼鏡、或いは眼鏡なしレンチキュラ型立体ディスプレイ等を使用してもよく、視線検出装置は単に眼鏡に装着するという構成によっても、本発明は容易に実施可能である。

【0067】次に本実施の形態に係る三次元形状情報入力装置により三次元形状情報を入力する手順について、図9のフローチャートに基づき説明する。

【0068】前記視線検出の原理の項で説明したように、視線検出には個人依存の補正項を決定する必要があるので、三次元形状情報入力作業に先立って、まず、ステップS901で視線検出に関わる補正処理を行う。コンピュータ104は補正用の標識を立体画像表示装置105に表示し、観測者にその標識を注視させる。このとき、視線検出装置107から送出された視線データ d_x 、 d_y を取得する。

【0069】標識の表示位置、即ち、観測者がそれを注視した場合の視線角度 a 、 b は、正確に知れており、この視線角度 a 、 b と対応する視線データ d_x 、 d_y を前記式1及び式2に代入することによって補正項が決まる。この補正項は片眼に付き2点の測定で決定できるが、2点以上の測定を行い、最小二乗法で決めてもよい。

【0070】次にステップS902で立体画像撮影装置100、または立体画像が記録された記録媒体208から立体画像データを読み込む。立体画像撮影装置100から立体画像データを直接読み込む場合は、映像信号入力回路201を通してコンピュータ104の画像メモリ203上に立体画像データが読み込まれる。立体画像撮影装置100に使用されるデジタルカメラ101、102は、通常、撮影した立体画像データをシリアルインターフェース、またはテレビ用アナログビデオ信号として出力できる。

【0071】シリアルインターフェースを使用する場合、映像信号入力回路201はシリアル回線制御装置であり、テレビ用アナログビデオ信号を使用する場合、映像信号入力回路201はアナログ/デジタル変換制御装置である。光磁気ディスク等の記録媒体208から立体画像データを読み込む場合、立体画像データはコンピュータ104の周辺機器として接続された記録媒体入力装置209を通じて読み込まれる。なお、立体画像データは、予めコンピュータ104に読み込まれ、ハードディスク等に保存されていたものであってもよい。この場合は、ハードディスクから画像メモリ203上に立体画像データを読み込めばよい。

【0072】画像メモリ203上に立体画像データが読み込まれると、左右2枚の画像データは、映像信号出力回路204により映像信号に変換され、立体画像表示装置105に出力される。この映像信号は、左右画像をインターレース合成し、NTSCインターレース信号とし

て立体画像表示装置105に出力する。

【0073】立体画像表示装置105では、このNTSCインターレース信号を受信し、左右画像を分離し、右目用のLCD603と左目用のLCD603に、それぞれ右目用画像、左目用画像を表示する。NTSCインターレース信号を使用しなくとも、本装置専用の映像信号を用い、左右画像用にそれぞれ独立した信号線を使用してもよい。

【0074】以上により、立体画像表示装置105に立体画像が表示され、該立体画像表示装置105を注視する観測者は立体視状態に入り、前述した融像動作が始まる。

【0075】次にステップS903でコンピュータ104の入力装置であるマウス206或いはキーボード207等による操作者からの入力があるか否かを入力があるまで判断する。そして、操作者からの入力がある場合は、ステップS904で操作者からの入力データを取得し、その内容から次のステップS905で三次元形状情報入力の終了を指示したか否かを判断する。そして、三次元形状情報入力の終了を指示した場合は、本処理動作を終了する。ここで、単純に本処理動作を終了してもよいが、三次元形状情報入力が既にある程度行われていた場合は、操作者に対して現在の三次元形状情報の保存を促し、後述の現在の三次元形状情報の保存処理を実行した後で本処理動作を終了するようにしてもよい。

【0076】一方、前記ステップS905において形状入力の終了を指示しない場合は、次のステップS906で現在の三次元形状情報の保存を指示したか否かを判断する。三次元形状情報を任意の時点で保存できるようにこの機能を用意する。三次元形状情報入力作業は時として多くの時間を費やす場合があり、このような場合には、操作者が操作を中断したい任意の時点で、現在までの作業状態を保存し、後で再開できるようにする必要がある。そして、現在の三次元形状情報の保存を指示した場合は、次のステップS907で現在作成中の三次元形状情報の内容と、情報源となった立体画像を特定するための情報、例えば、ファイル名等の情報をハードディスク等の記憶媒体に保存した後、前記ステップS903へ戻る。

【0077】一方、前記ステップS906において現在の三次元形状情報の保存を指示しない場合は、ステップS908へ進んで、座標抽出点確定、即ち、操作者が現在注目している点を三次元形状の抽出点、即ち、三次元形状を特徴付ける頂点として採用することを指示しているか否かを判断する。そして、座標抽出点確定を指示していない場合は前記ステップS903へ戻り、また、座標抽出点確定を指示した場合は、次のステップS909で視線データ取得と視線角度計算とを行う。視線検出装置107からは視線データが定期的送信され、コンピュータ104の視線データ入力回路205によって受信

されている。よって、視線データを取得するには、視線データ入力回路205に受信された最新の視線データを読み出せばよい。視線データが取得されると、左右それぞれにつき、前記式1及び式2に従って視線角度が算出される。ここで、前記式1及び式2の補正項は前記ステップS901において決定されている。

【0078】このようにして座標抽出点が確定し、その点に対する左右視線角度が用意されると、ステップS910で抽出点三次元座標の算出を行う。前記ステップS909において得られた左右の視線角度は、下記式3～式6により抽出点の左右画像上での二次元座標にそれぞれ変換される。

$$【0079】X1=L\tan(a1) \quad \cdots (3)$$

$$Y1=L\tan(b1) \quad \cdots (4)$$

$$Xr=L\tan(ar) \quad \cdots (5)$$

$$Yr=L\tan(br) \quad \cdots (6)$$

ここで、 $a1$ 、 $b1$ 、 ar 、 br 、 $X1$ 、 $Y1$ 、 Xr 、 Yr 、 L の定義は以下の通りである。

【0080】 $a1$ ：左眼球光軸のY軸に対する回転角度

$b1$ ：左眼球光軸のX軸に対する回転角度

ar ：右眼球光軸のY軸に対する回転角度

br ：右眼球光軸のX軸に対する回転角度

$X1$ ：左目用画像上での抽出点のX座標

$Y1$ ：左目用画像上での抽出点のY座標

Xr ：右目用画像上での抽出点のX座標

Yr ：右目用画像上での抽出点のY座標

L ：眼球から表示面までの距離

左右画像上の二次元座標の組($X1$ 、 $Y1$)、(Xr 、 Yr)から、三次元空間中での抽出点の三次元座標(Xc 、 Yc 、 Zc)が、下記式7～式9によって得られる。

$$【0081】Xc=X1\times t \quad \cdots (7)$$

$$Yc=Y1\times t \quad \cdots (8)$$

$$Zc=L\times t \quad \cdots (9)$$

ここで、 t は $t=D/(X1-Xr)$ と定義され、 D は左右眼球間の距離を表す。

【0082】次にステップS911へ進んで、前記ステップS910において生成された抽出点の三次元座標(Xc 、 Yc 、 Zc)は、物体形状を定義する新たな頂点として三次元形状データへ追加された後、前記ステップS903へ戻る。前記三次元形状データは、図10に示すように1頂点の三次元座標を格納する構造を要素とし、この要素を頂点の数分だけ用意した構造となっている。通常、ソフトウェアの分野では、このような構造はテーブルと呼ばれ、以降、頂点データテーブルと呼ぶことにする。三次元形状情報として新たな頂点が生成、追加される度に、頂点データテーブルの要素数は拡大されていく。この頂点データテーブルは、三次元形状情報入力実行中は、コンピュータ104の画像メモリ203上に置かれ、三次元形状情報入力終了すると、ハードデ

ィスク等の記憶媒体に保存される。

【0083】以上によって、視線入力を利用した三次元形状情報入力が行われ、物体形状情報が生成される。

【0084】(第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態を図11及び図12に基づき説明する。

【0085】上述した第1の実施の形態における三次元形状情報入力の処理手順は、操作者が座標抽出点をマウス206やキーボード207等の入力装置を使用して確定する方法であるが、この確定の判断を自動化することも可能である。その方法としては、観測者の視線が一定時間注視点に止まったことを、操作者がその点を座標抽出点に選んだと判断すればよい。

【0086】本実施の形態は、このように確定の判断を自動化するようにしたもので、その方法を図11及び図12のフローチャートに基づき説明する。

【0087】なお、図11におけるステップS1101、ステップS1102、ステップS1104～ステップS1107及びステップS1113は、第1の実施の形態における図9におけるステップS901、ステップS902、ステップS904～ステップS907及びステップS911と同一であるから、その説明は省略し、本実施の形態特有の処理ステップについてのみ説明する。

【0088】図11において図9と異なる点は、座標抽出点確定の入力判断を省略し、一定時間毎に視線データ取得を行うようにしたことである。即ち、ステップS1103で操作者からの入力がない場合は、ステップS1108で前回の視線データの取得から一定時間経過したか否かを判断する。そして、前回の視線データの取得から一定時間経過した場合は、ステップS1109で視線データの取得を行った後、次のステップS1110で図12に示す座標抽出点確定判断サブルーチンを実行する。

【0089】以下、前記ステップS1110において実行される座標抽出点確定判断サブルーチンを図12に基づき説明する。

【0090】予め、 $Nsample$ 個の視線データを格納するための視線データ配列とカウンタ変数 n とを用意し、該カウンタ変数 n を「0」に初期化しておく。

【0091】まず、ステップS1201でカウンタ変数 n が「0」より大きいのか否かを判断する。ここで、前記ステップS1110における座標抽出点確定判断サブルーチンの最初の実行時、即ち、カウンタ変数 n が「0」の場合は、ステップS1209へ進んで、コンピュータ104の視線データ入力回路205から取得した左目視線データ(dx_l 、 dy_l)と右目視線データ(dx_r 、 dy_r)とを、前回視線データとして視線データ配列の先頭に格納し、カウンタ変数 n に「1」を代入し、次のステップS1210で抽出点確定フラグを「偽」に設定した後、本処理動作(サブルーチン)を終

了する。

【0092】次回の座標抽出点確定判断サブルーチン実行時には、カウンタ変数nが「0」より大きいからステップS1202へ進んで、前回格納した視線データ、即ち、視線データ配列中、n番目の視線データ(dx_old, dy_old)と現在の視線データ(dx_new

$$\sqrt{(dx_new - dx_old)^2 + (dy_new - dy_old)^2} \dots (10)$$

次にステップS1203で前記式10により求められた距離がしきい値以下か否かを判断する。そして、前記式10により求められた距離がしきい値以下の場合は視線運動は一点注視状態に入っていると判断し、ステップS1204で現在の視線データを、視線データ配列中、前回格納位置の次の位置に格納し、同時にカウンタ変数nを「1」増やして、次のステップS1205へ進む。

【0094】ステップS1205では、カウンタ変数nがNsampl e以上か否かを判断する。そして、カウンタ変数nがNsampl e以上の場合は、次のステップS1206で視線データ配列に格納されたNsampl e個の左右視線データ(dx_l, dy_l)、(dx_r, dy_r)の平均値をそれぞれ計算し、抽出点に対する視線データ(dx_l_m, dy_l_m)、(dx_r_m, dy_r_m)として記憶する。

【0095】次にステップS1207で抽出点確定フラグを「真」に設定し、次のステップS1208で次の抽出点に備えるべくカウンタ変数nを初期値「1」に戻し、現在の視線データを、前回視線データとして視線データ配列の先頭に格納した後、本処理動作を終了する。

【0096】一方、前記ステップS1203において前記式10により求められた距離がしきい値より大きい場合は操作者の視線は注視点を求めて運動中であると判断し、ステップS1209へ進んでカウンタ変数nを初期値「1」に戻し、現在の視線データを、前回視線データとして視線データ配列の先頭に格納する。

【0097】また、前記ステップS1205においてカウンタ変数nがNsampl eに達していない場合は、抽出点は、まだ確定していないものとして、前記ステップS1210へ進んで、抽出点確定フラグを「偽」に設定した後、本処理動作(サブルーチン)を終了する。

【0098】上述したようにして抽出点確定判断サブルーチンを終了すると、再び図11に示すメインフローに戻って、ステップS1111で抽出点確定フラグが「真」か否かを判断する。そして、抽出点確定フラグが「真」である場合は、抽出点は確定したものと判断し、次のステップS1112へ進んで前記抽出点確定判断サブルーチンにて記憶された平均化された視線データ(dx_l_m, dy_l_m)、(dx_r_m, dy_r_m)を用いて、視線角度計算と抽出点三次元座標の算出を行った後、次のステップS1113へ進んで、抽出点の三次元座標を三次元形状データへ追加する。前記

w, dy_new)とを比較し、2点間の距離を下記式10により求める。距離計算とそれに基づく判断は、左右どちらかの眼球に対してのみ行えばよい。なぜならば、左右の眼球は同期して運動するからである。

【0093】

【数1】

ステップS1112における視線角度計算と抽出点三次元座標の算出は、上述した第1の実施の形態と全く同じ方法で行われる。

【0099】また、前記ステップS1111において抽出点確定フラグが「真」ではなく「偽」であった場合は、抽出点の三次元座標算出は行わずに、前記ステップS1103へ戻る。

【0100】以上のように本実施の形態に係る三次元形状情報入力装置によれば、三次元形状抽出点の選択を操作者の視線の動きにより自動化することができる。

【0101】(その他の実施の形態)なお、上述した第2の実施の形態においては、一点を長時間見つめた場合、同じ点が何度も抽出点として確定される可能性がある。そこで、一点を長時間見つめた場合、同じ点が何度も抽出点として確定されるのを排除したい場合は、次のようにすればよい。即ち、過去に確定した抽出点に対応する視線データを記憶しておき、前記図12のステップS1206において配列中の視線データの平均値を計算した後、次のステップS1207へ進む前の段階において、過去に確定した抽出点の視線データより、十分異なる視線データであるか否かを判断するステップを設け、十分異なる視線データである場合に初めてステップS1207において抽出点確定フラグを「真」に設定して、抽出点として確定すればよい。

【0102】また、一点を長時間見つめた場合、同じ点が何度も抽出点として確定されるのを排除するための別の方法としては、図11に示すメインフローのステップS1113における三次元形状データへの追加の段階で、過去に得られた形状抽出点群と比較し、新しい点と見なされた場合に限り三次元形状データへ追加するという方法をとってもよい。

【0103】このような方法によれば、上述した第2の実施の形態と同様に、三次元形状抽出点の選択を操作者の視線の動きにより自動化することができる。

【0104】

【発明の効果】以上詳述したように本発明の三次元形状情報入力方法及び装置によれば、観測者が形状の特徴抽出点を順次注目していくだけで三次元形状情報の入力作業が完了するので、従来、左右画像を見比べて、1つ1つ対応点をマウス等で指定していた作業に比べると、作業時間及び肉体的負担の両面において、それらが大幅に軽減され、効率的な三次元形状情報入力が可能になると

いう効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置におけるコンピュータの構成を示すブロック図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における立体視の原理を説明するための図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における左右画像の分離入力を説明するための図であって、側面から見た図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における左右画像の分離入力を説明するための図であって、上面から見た図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における視線検出装置付き立体画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における視線検出の原理を説明するための図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における視線検出の原理を説明するための図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における三次元形状情報入力の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 0】本発明の第 1 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における三次元形状情報のデータ構造を説明するための図である。

【図 1 1】本発明の第 2 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における三次元形状情報入力の処理手順を示すフローチャートである。

【図 1 2】本発明の第 2 の実施の形態に係る三次元形状情報入力装置における三次元形状情報入力の処理手順を示すフローチャートである。

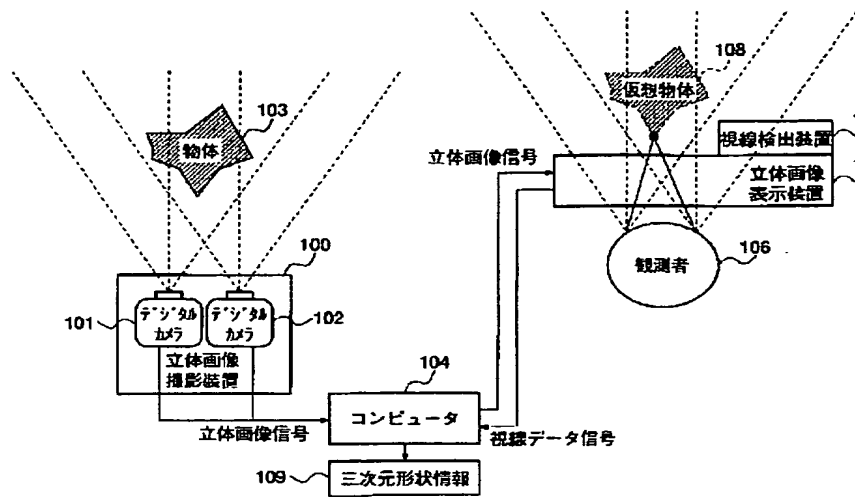
【図 1 3】従来の立体画像撮影装置の構成を示す図である。

【図 1 4】同じく従来の立体画像を利用した形状入力を説明する図である。

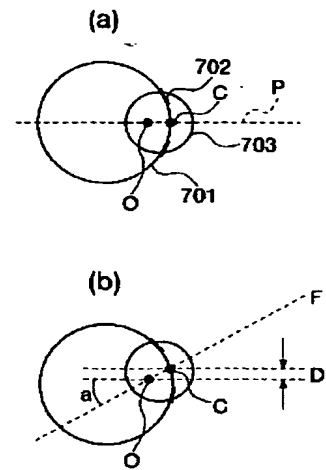
【符号の説明】

- | | | | |
|-------|-----------|-------|---------------------|
| 1 0 0 | 立体画像撮影装置 | 1 0 5 | 立体画像表示装置 |
| 1 0 1 | デジタルカメラ | 1 0 6 | 観測者 |
| 1 0 2 | デジタルカメラ | 1 0 7 | 視線検出装置 |
| 1 0 3 | 物体（被撮影物体） | 1 0 8 | 仮想物体 |
| 1 0 4 | コンピュータ | 1 0 9 | 三次元形状情報 |
| | | 2 0 1 | 映像信号入力回路 |
| | | 2 0 2 | 記憶装置 |
| | | 2 0 3 | 画像メモリ |
| | | 2 0 4 | 映像信号出力回路 |
| | | 2 0 5 | 視線データ入力回路 |
| | | 2 0 6 | マウス |
| | | 2 0 7 | キーボード |
| | | 2 0 8 | 記録媒体 |
| | | 2 0 9 | 記録媒体入力装置 |
| | | 2 1 0 | C P U（中央演算処理装置） |
| | | 3 0 1 | 物体（被撮影物体） |
| | | 3 0 2 | 注目点 |
| | | 3 0 3 | 眼球 |
| | | 3 0 4 | 眼球 |
| | | 3 0 5 | 左目光軸 |
| | | 3 0 6 | 右目光軸 |
| | | 3 0 7 | 右目用表示画像 |
| | | 3 0 8 | 左目用表示画像 |
| | | 3 0 9 | 注目点 |
| | | 3 1 0 | 仮想物体 |
| | | 4 0 1 | L C D（液晶表示素子） |
| | | 4 0 2 | プリズム型接眼レンズ |
| | | 4 0 3 | 左目用プリズム型接眼レンズ |
| | | 4 0 4 | 右目用プリズム型接眼レンズ |
| | | 4 0 5 | L C D 表示面虚像位置 |
| | | 4 0 6 | L C D 表示面虚像位置 |
| | | 6 0 1 | 映像入力回路 |
| | | 6 0 2 | L C D 表示回路 |
| | | 6 0 3 | L C D（液晶表示素子） |
| | | 6 0 4 | 赤外線発光ダイオード（I R E D） |
| | | 6 0 5 | 眼球撮像用レンズ |
| | | 6 0 6 | 眼球撮像用レンズ |
| | | 6 0 7 | 眼球撮像素子 |
| | | 6 0 8 | 視線検出回路 |
| | | 6 0 9 | 視線データ送信回路 |
| | | 7 0 1 | 瞳孔 |
| | | 7 0 2 | 虹彩 |
| | | 7 0 3 | 角膜 |
| | | 8 0 1 | 瞳孔画像 |
| | | 8 0 2 | 虹彩画像 |
| | | 8 0 3 | I R E D 虚像 |
| | | 8 0 4 | I R E D 虚像 |

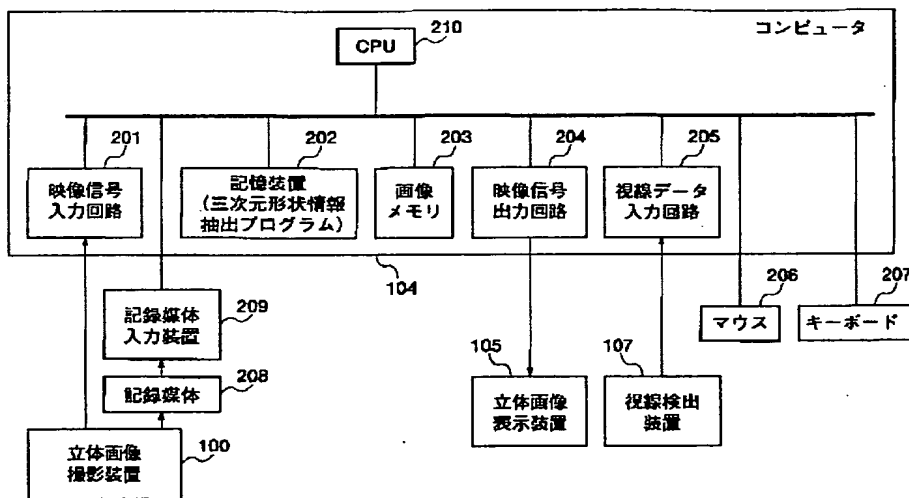
【図1】



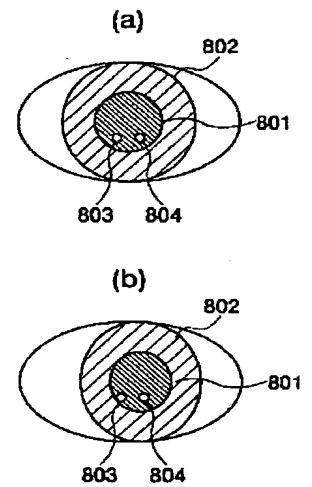
【図7】



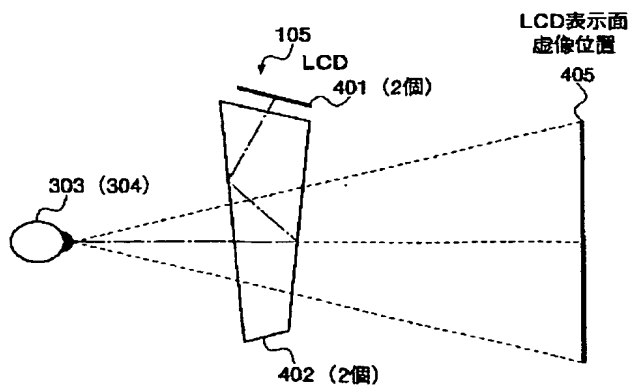
【図2】



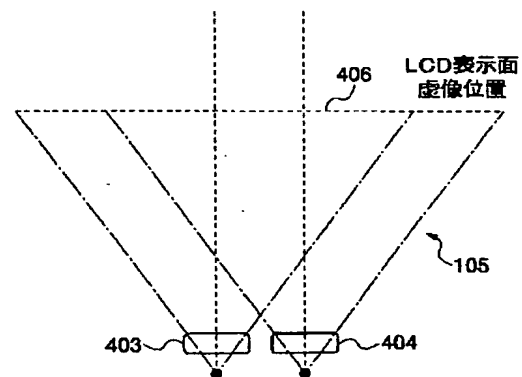
【図8】



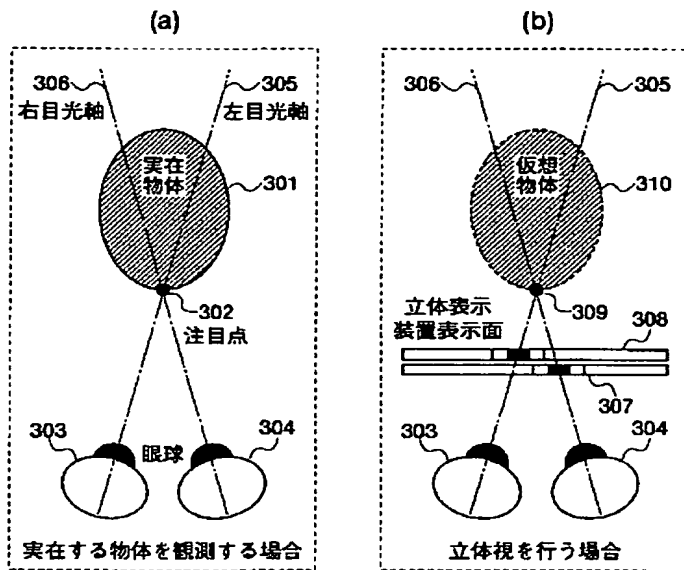
【図4】



【図5】



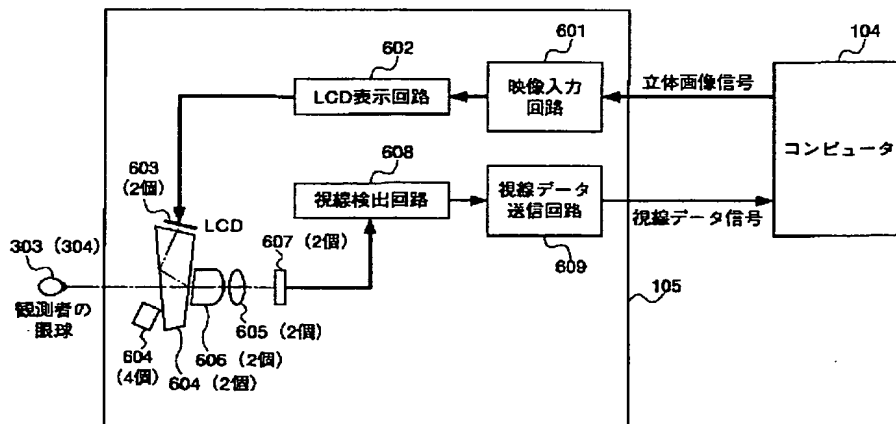
【図3】



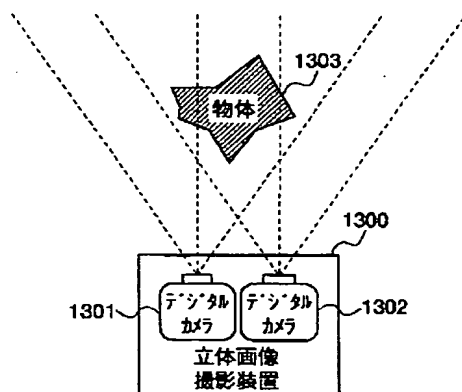
【図10】

頂点1の座標 (X,Y,Z)
頂点2の座標 (X,Y,Z)
頂点3の座標 (X,Y,Z)
.....
.....

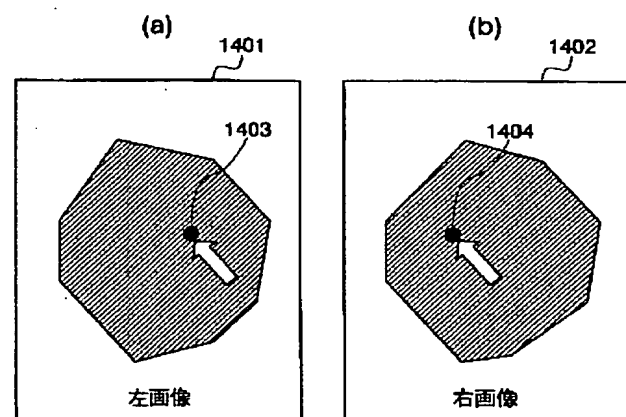
【図6】



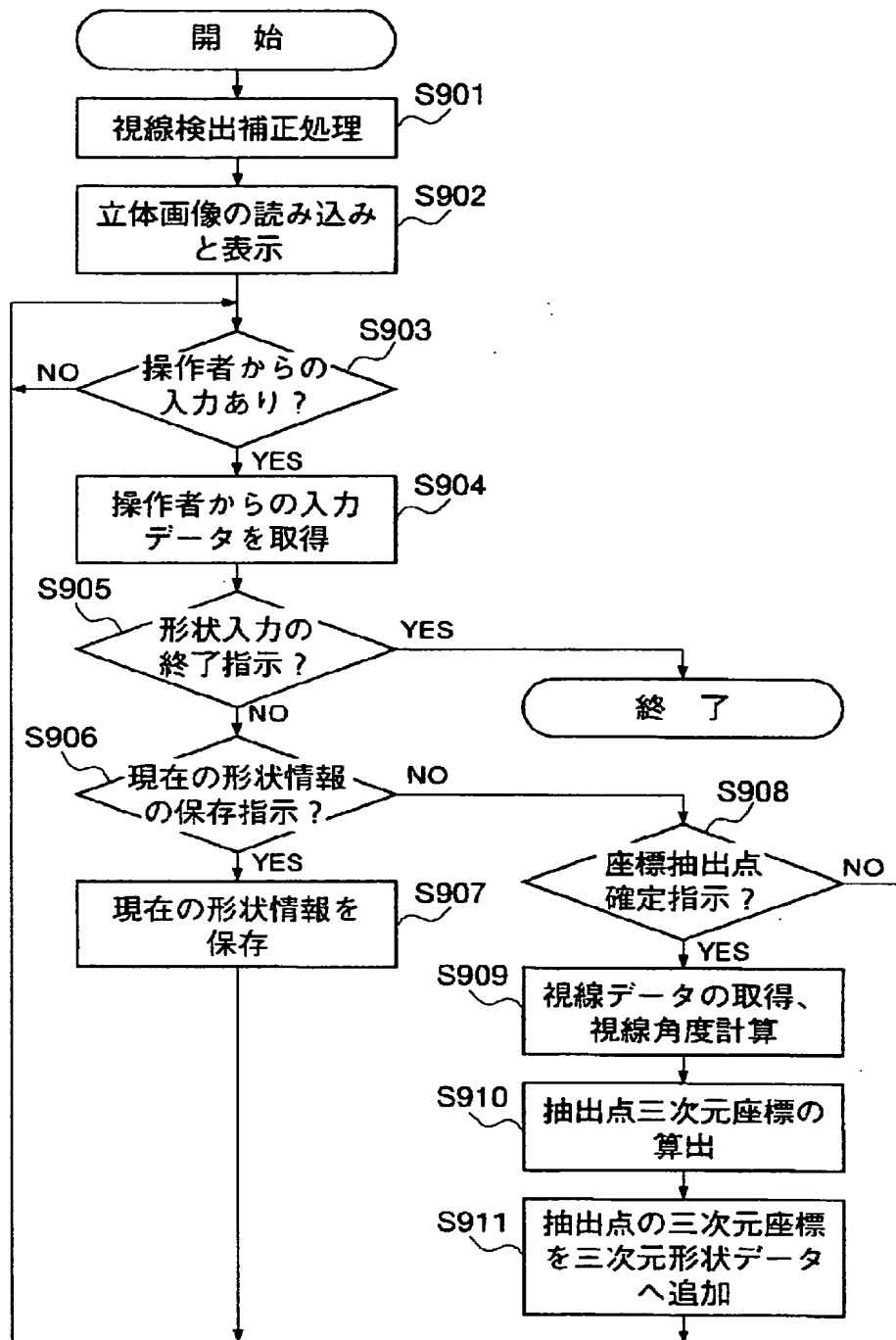
【図13】



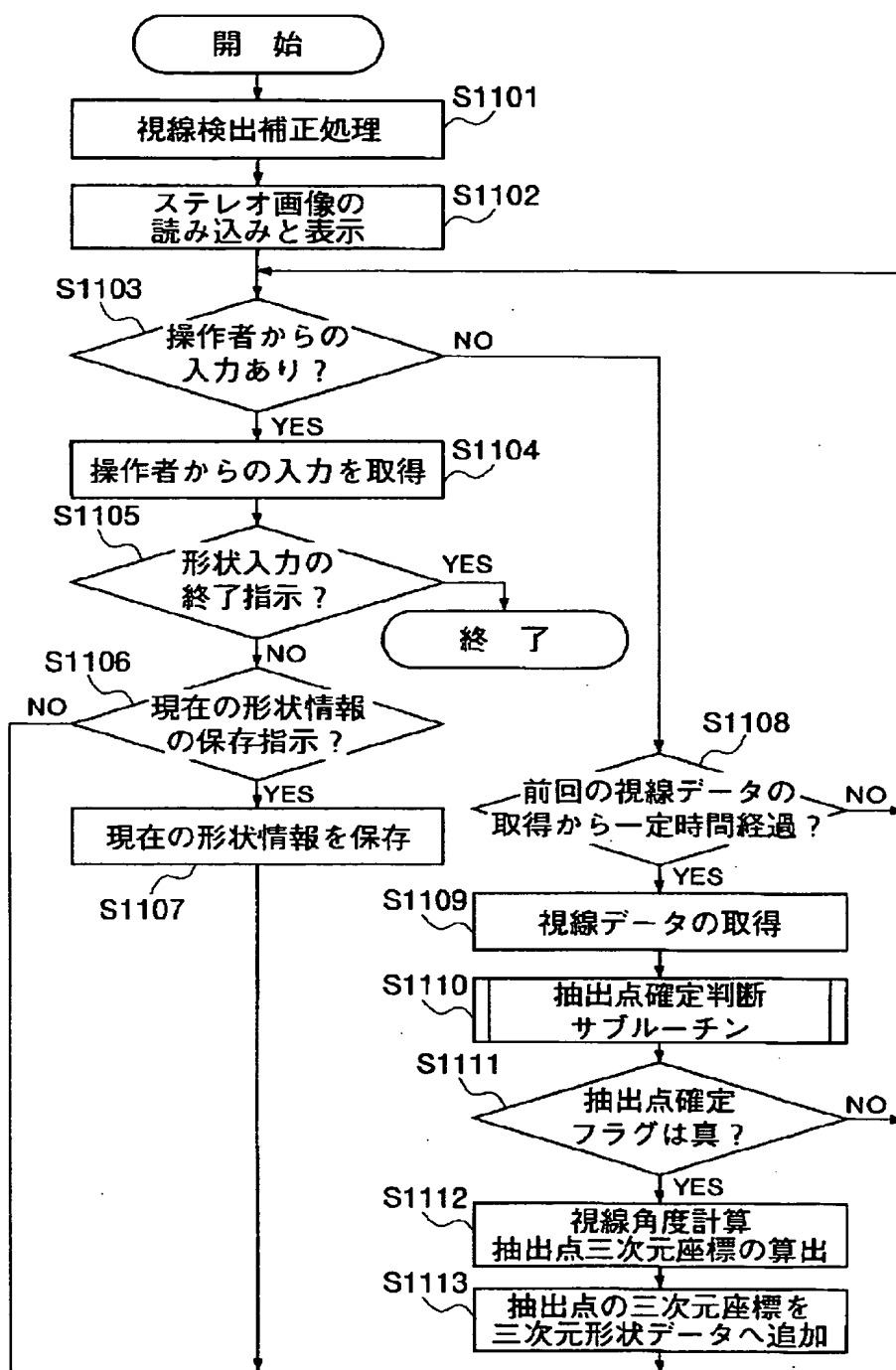
【図14】



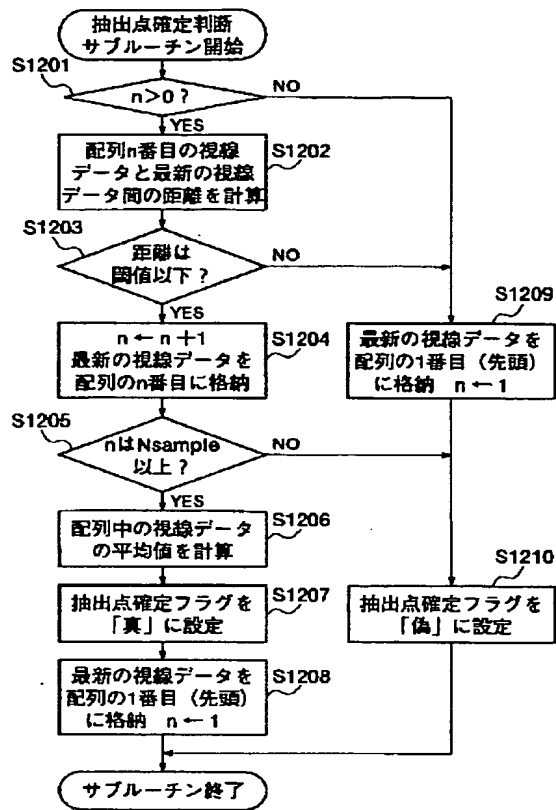
【図9】



【図11】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.